

# YAKMA YÖNETİM VE BRÜLÖR KONTROL SİSTEMLERİ

Serdar HIZIROĞLU

## ÖZET

Bu seminerde, mikroişlemci kontrollü tam elektronik “Yakma Yönetim ve Brülör Kontrol Sistemi”ni oluşturan ana kontrol ünitesi, servo motorlar, hava/yakıt/basınç/sıcaklık sensörleri, fotoseller, yakıt klape/ventilleri, hız kontrol ve baca gazı analiz cihazları hakkında detaylı bilgi verilerek, tipik bir uygulama üzerinde sistemin genel çalışma prensipleri ve avantajları anlatılacaktır.

Ayrıca, sistemin bilgisayar ve PLC-SCADA sistemleriyle haberleşmesini sağlayan “Haberleşme Arabirim Ünitesi”nin temel özelliklerinden bahsedilecektir.

## 1. GİRİŞ

Brülörlerde elektronik yakma yönetim sistemlerinin kullanımı ile, yakıt/hava oran ayarının çok hassas yapılması ve bu sayede tüm yakma kademelerinde tam yanmanın ve sürekliliğinin sağlanması, aynı zamanda oransal çalışmayla (PID kontrol) birlikte kazan yüküne tam uyumun elde edilmesi ve gereksiz duruşların önlenmesi mümkün olmaktadır.

Ayrıca, emisyon değerleri sürekli izlenerek, 3 parametrelili (O<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>) otomatik trim kontrol (ufak hava ayar düzeltmeleri) ile yanma ayarlarının dış hava şartlarından ve yakıt özelliği değişikliklerinden etkilenmemesi sağlanmaktadır.

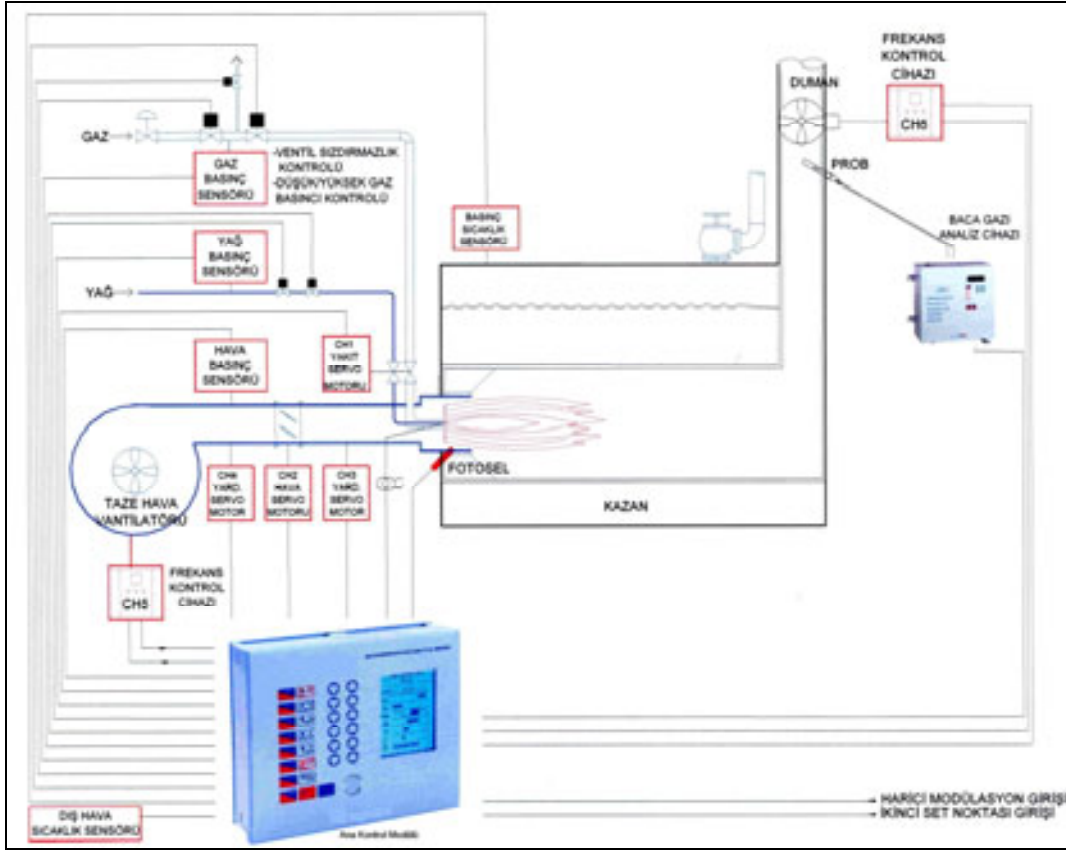
Bütün bunların sonucunda servis ve bakım maliyetleri düşmekte, verim artışı ve yakıt tasarrufu elde edilmektedir.

## 2. GENEL ÇALIŞMA PRENSİPLERİ

Şekil-1’ de görülen tipik bir yakma yönetim sisteminin en önemli parçası, bütün kontrolü elektronik olarak sağlayan mikroişlemci denetimli ana kontrol modülüdür. Bu elektronik kontrol modülü, öncelikle, brülöre yakıt ve hava girişini ayarlayan yakıt ve hava servo motorlarına kumanda ederek, yakıt hava oranı ayarının çok hassas olarak (0.1o açısal hassasiyetle) yapılabilmesini, dolayısı ile tam yanmayı sağlar. Ana kontrol modülü aynı zamanda, kazandan sıcaklık veya basınç sensörleri ile aldığı yük bilgisine göre yine yakıt ve hava servo motorlarına kumanda ederek, işletme tarafından belirlenen sıcaklık/basınç hedef değeri için gerekli miktardaki yakıt ve havanın, tam ve doğru olarak yakılmasını (talep edilen kadar ısının üretilmesini) sağlar. Bir başka deyişle, istenen sıcaklık/basınç hedef değeri için oransal-PID kontrolü gerçekleştirir.

Sistemde opsiyonel olarak kullanılabilen diğer önemli modül, “Baca Gazı Analiz Cihazı”dır. Bu cihaz, yakma sonucu oluşan baca gazını analiz ederek, elde ettiği emisyon değerlerini ana kontrol modülüne gönderir. Kontrol modülü, kendisine gelen bu emisyon değerleri ile (O<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>) kendi hafızasında mevcut işletme emisyon değerlerini karşılaştırarak, bir farklılık varsa bunu düzeltmeye çalışır.

Bir başka deyişle, emisyon değerlerinde bir sapma olmuşsa, “trim kontrol” (ufak hava ayar düzeltmeleri) yaparak hava ayarına müdahale eder ve emisyon değerlerinin belirlenen işletme sınırları içinde kalmasını sağlar. Ana kontrol modülüne bu “trim kontrol” imkanı, “Baca Gazı Analiz Cihazı” vermektedir.



Şekil 1. Genel Uygulama Şeması

Bir diğer opsiyonel modül ise “Frekans Kontrol (Hız Kontrol) Cihazı”dır. Ana kontrol modülü, genel olarak taze hava vantilatör motoruna ve baca aspiratörüne bağlanan “Frekans Kontrol Cihazına”, ihtiyaca göre kontrol sinyali göndererek, uygulama frekansının dolayısı ile motor devrinin değiştirilmesini sağlar. Bu sayede, brülöre giden taze hava miktarını (hava servo motor ayarına ek olarak) hassas ayarlama imkanı verir. “Frekans Kontrol Cihaz”larının ısı sistemlerinde kullanımı ile aynı zamanda elektrik enerjisi tasarrufu da elde edilmektedir.

Yine opsiyonel olarak kullanılabilen diğer yağ/gaz/hava basınç sensörleri yardımıyla, ana kontrol modülü, sistemde sürekli izleme yaparak, işletme sınır değerlerini kontrol edebilmektedir. Ayrıca, dış hava sıcaklık sensörü kullanımıyla, kazan suyu sıcaklığı istenen değeri, dış hava sıcaklığına bağlı olarak kontrol modülü tarafından otomatik olarak ayarlanabilmektedir.

### 3. SİSTEM ELEMANLARI

#### 3.1. Ana Kontrol Modülü

Ana kontrol modülü özellikleri 3 ana grupta toplanabilir;

- Yakıt/Hava Oranı Kontrolü
- Kazan Yük Kontrolü
- Brülör Yönetimi

##### 3.1.1. Yakıt/Hava Oranı Kontrolü

- Ana kontrol modülü üzerindeki mevcut çıkış kanallarına servo motorlar bağlanarak, yakıt ve hava ayar klapeleri çok hassas olarak kontrol edilebilmektedir. Ayrıca, yine bu kanallara doğrudan “Frekans Kontrol Cihazı” bağlama imkanı da bulunmaktadır.

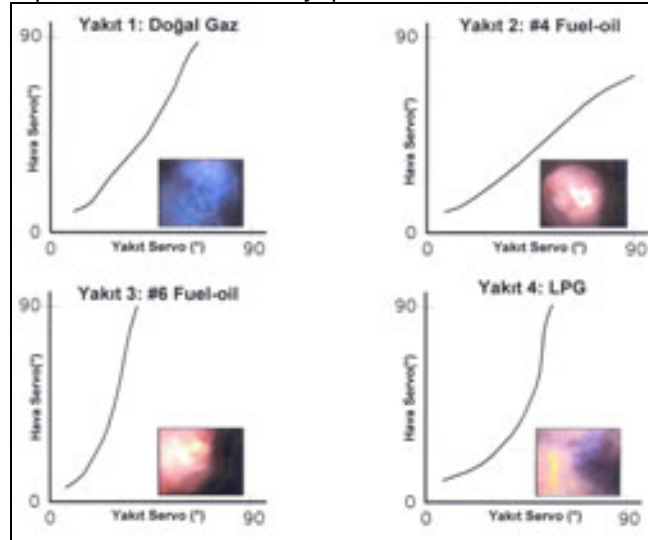
- Kontrol modülündeki ekran üzerinde, servo motorların hangi açıklık derecesinde bulunduğu ve frekans kontrol cihazının çalıştığı frekans değeri izlenebilmektedir.

- Ana kontrol modülü hafızasında birden fazla yakıt için (doğalgaz, fuel-oil, LPG gibi) işletme bilgileri saklanabilmektedir (şekil-2, yakıt eğrileri). Bu sayede bir yakıttan diğerine geçiş çok hızlı ve kolay olmaktadır. Yakıt eğrilerinin (kullanılacak yakıt için işletme bilgilerinin) oluşturulması ve ana modüle kaydedilmesi aşağıda tanımlandığı şekilde yapılır;

brülörün ilk işletmeye alınması sırasında, alevin şekli ve emisyon değerlerine göre minimum kademedeki maksimum kademeye kadar tam yanmanın elde edildiği noktalar (hava ve yakıt servo motorlarının açılma derecesi cinsinden ayar değerleri) belirlenir (genelde 6-10 adet) ve bu noktalar kontrol modülünün hafızasına sırayla girilir. Kontrol modülü, hafızasındaki bu noktalardan geçen eğri denklemini (yakıt eğrisi) enterpolasyon yöntemiyle oluşturur ve brülörün yük bilgisine göre oransal çalışması, artık sürekli bu eğri üzerinde gerçekleşir.

- Tüketilen anlık ve toplam yakıt miktarları, kontrol modülü ekranı üzerinde izlenebilmektedir.

- Brülörün çalışması sırasında ana kontrol modülünün “otomatik mod”dan “manuel mod”a alınarak, kademe değişikliklerinin operatör tarafından elle yapılması imkanı da bulunmaktadır.



Şekil 2. Yakıt Eğrileri

### 3.1.2. Kazan Yük Kontrolü

- Ana modül, kazandan gelen yük bilgisine göre, yakıt ve hava servo motorlarına kumanda ederek istenen sıcaklık veya basınç (set) değeri için PID oransal kontrolünü sağlamaktadır. Bir başka deyişle, brülörün yakması gereken yakıt miktarı yüke göre otomatik olarak ayarlanmakta ve gereksiz duruş kalkışlar önlenmektedir.

- Birden fazla kazanın bulunduğu ısı santrallerinde, kazanların yüke bağlı olarak sırayla devreye alınması veya devreden çıkartılması, ana kontrol modülleri tarafından otomatik olarak yapılabilmektedir ("Akıllı Kazan Sıralaması" özelliği).

- İki brülörün aynı anda yakmaya başlaması, yüke göre otomatik olarak aynı kademelerde çalışması ve aynı anda durması, ana kontrol modülleri tarafından yapılabilmektedir. "İkiz Brülör Çalışması" adı verilen bu özellik, daha çok çift ocaklı kazanlarda kullanılmaktadır.

### 3.1.3. Brülör Yönetimi (Brülör Beyni)

- Ana kontrol modülleri, brülör beyni fonksiyonlarını kendi içinde entegre olarak yapabilmektedir. Bu sayede harici brülör beyni kullanılmasına gerek kalmadan, brülör işletmesi için gerekli süreler (ön süpürme, son süpürme, ateşleme, bekleme süreleri vb) kontrol modülü üzerinden ayarlanabilmektedir.

- Sistemde opsiyonel olarak kullanılan hava/yağ/gaz basınç sensörlerinden gelen işletme bilgileri, ana modül tarafından sürekli kontrol edilerek gerekli alarmlar verilebilmektedir.

- Harici gaz sızdırmazlık kontrol cihazlarının kullanımına gerek olmadan, gaz ventillerinin sızdırmazlık kontrolü, ana kontrol modülü tarafından yapılabilmektedir.

- Sistemde oluşan arıza ve hatalar, tarih ve saat bilgisiyle birlikte ana modülün hafızasında saklanabilmektedir.

## 3.2. Kazan Yük Dedektörleri

Kazan sıcaklığını veya basıncını ölçmekte kullanılan yük dedektörleri, sistemin önemli parçalarındandır. İşletme ihtiyacına göre değişik tip ve kapasitelerde dedektörler kullanılmaktadır.



Şekil 3. Dedektörler

### 3.3. Servo Motorlar

Sistemin diğere önemli bir parçası da servo motorlardır. Yakıt (gaz, sıvı yakıt) ve hava klapeleri oransal ayarlamasında kullanılan 0.1o dönüş hassasiyetindeki servo motorlar, doğrudan ana kontrol modülü tarafından kontrol edilmektedirler. Uygulamaya göre değişik güçlerdeki modelleri kullanılır.



Şekil 4. Servo Motorlar

### 3.4. Yakıt Klape ve Ventilleri

Sistemde yakıt hattı üzerine monte edilen ve servo motorlar tarafından kontrolü sağlanan klape ve ventillerin çeşitli tipleri mevcuttur:

#### Yağ Ventilleri

- Değişik model ve kapasitelerde olan yağ ventilleri yakıt gidiş veya dönüş hatlarına bağlanabilir. Çift yakıtlı sistemlerde gaz klapesiyle üst üste monte edilerek tek servo motor ile kontrol sağlanabilmektedir.

#### Gaz Klapeleleri



Şekil 5. Klape ve Ventiller

- Gaz klapelerinin genelde dişli veya flanşlı olmak üzere iki ayrı modeli kullanılmaktadır. Uygulamaya göre tespit edilen bu modellerin de değişik büyüklükleri bulunmaktadır.

### 3.5. UV Sensörleri (Fotosel)

Sistemde alev algılayıcı (fotosel) olarak görev yapan UV sensörlerinin, değişik brülörlere ve işletme şekline uygun (alevi uçtan veya yandan algılayan, çok hassas, kendinden denetimli gibi) farklı modelleri bulunmaktadır.



Şekil 6. UV Sensörleri

### 3.6. Diğer Basınç Sensörleri

İsteğe göre, doğrudan ana kontrol modülüne bağlanarak kullanılan yağ/gaz/hava basınç sensörlerinin, işletme şartlarına göre farklı aralıklarda ölçüm yapabilen çeşitli modelleri mevcuttur.

### 3.7. Baca Gazı Analiz Cihazı

Yakma Yönetim Sisteminde opsiyonel olarak kullanılabilen ancak çok önemli fonksiyonu olan bir başka modül de "Baca Gazı Analiz Cihazı"dır. Brülör çalıştığı sürece otomatik olarak sürekli baca gazı ölçümü yapan bu cihazlar, ölçüm değerlerini ana kontrol modülüne göndererek, emisyon değerlerinin ana modül tarafından sürekli kontrol altında tutulmasını (trim kontrol imkanı) sağlar. Baca gazı analiz cihazı, ayrıca, tek başına (ana modül bağlantısı olmadan) sadece ölçüm ve izleme amaçlı olarak da kullanılabilir.



Şekil 7. Baca Gazı Analiz Cihazı

### 3.7.1. Özellikleri

- Baca gazı analiz cihazları, isteğe bağlı olarak, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, NO, SO<sub>2</sub>, “baca gazı sıcaklığı” ve “yanma verimi” ölçümü yapabilmektedir.

- Ana kontrol modülü ile bağlantı yapılarak, 3 parametrelili (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> ve CO) “trim kontrol” (ufak hava ayar düzeltmeleri) imkanı vermektedir.

Baca gazı analiz cihazı tarafından gönderilen emisyon değerlerinde, atmosferik şartlardan veya yakıt özelliklerinden dolayı herhangi bir sapma olduğunda (hafızadaki referans emisyon değerlerine göre), ana kontrol modülü, hava giriş ayarına müdahale ederek “trim kontrol” olarak adlandırılan ufak hava ayar düzeltmeleri yapabilmekte ve emisyon değerlerini tekrar işletme referans sınırları içine getirebilmektedir.

Bu sayede emisyon değerlerinin sürekli işletme sınırları içinde olması sağlanarak, verim artışı ve yakıt tasarrufu elde edilebilmektedir. Ayrıca, çevre korumasına da ciddi katkıda bulunmaktadır.

- Baca gazı ölçüm değerleri, önceden belirlenen alt ve üst limit değerlerine göre ana kontrol modülü tarafından kontrol edilerek değişik alarmlar verilebilmektedir.

### 3.8. Haberleşme Arabirim Ünitesi

Haberleşme arabirim ünitesi, ana kontrol modülünün, PC veya mevcut otomasyon sistemleri (PLC, DDC, SCADA vb.) ile haberleşmesini sağlayarak sistem değerlerini izleme ve kontrol imkanı vermektedir.

#### 3.8.1. Özellikleri

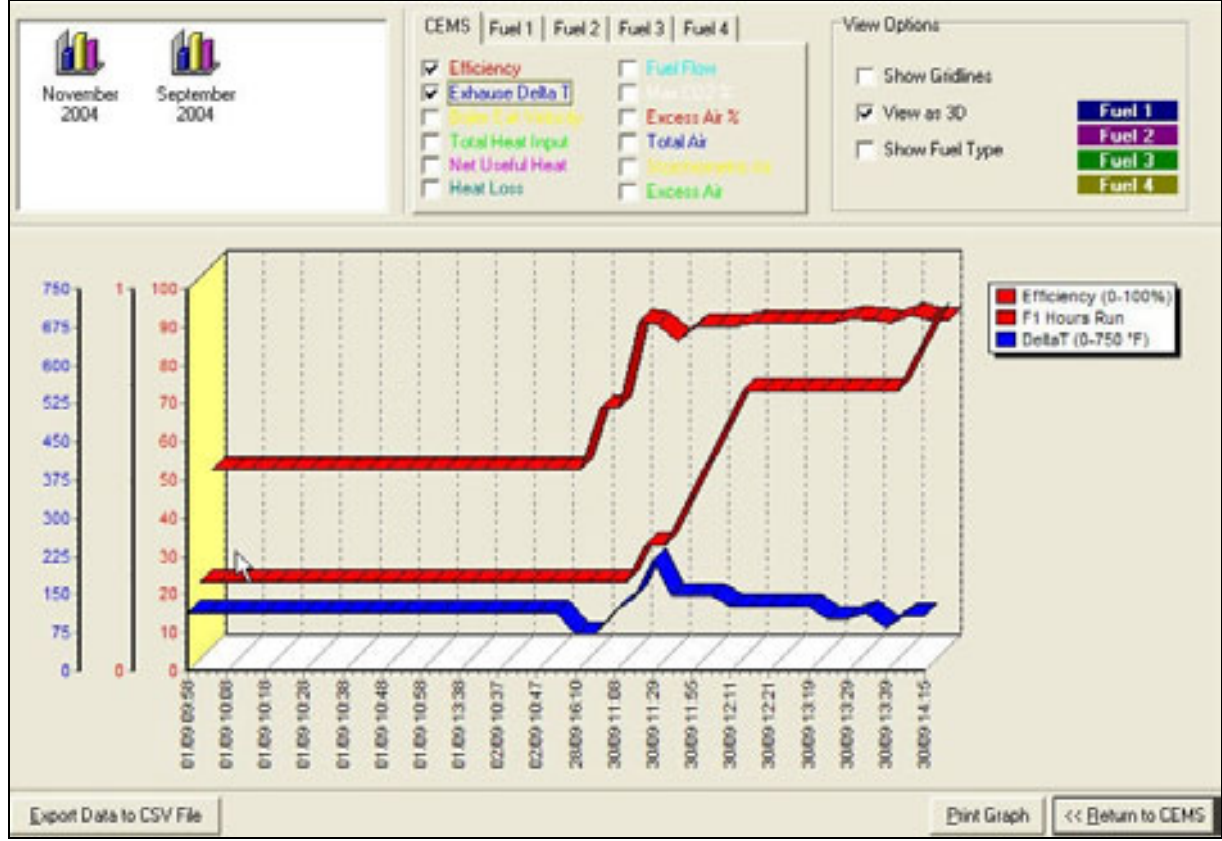
- Bir adet haberleşme arabirim ünitesine, aynı anda birden fazla ana kontrol modülü, bağlanabilmektedir. Bu sayede, çok kazanlı bir ısı santralının bütün sistem değerleri, aynı anda izlenip, kontrol edilebilmektedir.

- Haberleşme arabirim üniteleri üzerinde, PC ve diğer harici ünitelerin (PLC, DDC vb) bağlantısı için genellikle RS232, RS422/485 ve modem terminalleri bulunmakta ve arabirim üniteleri mevcut otomasyon sistemleri ile haberleşirken, Modbus, Profibus, Metasys gibi haberleşme protokollerini kullanmaktadır.

- Tüm sistem değerlerinin basit bir PC üzerinden kolaylıkla izlenip raporlanabilmesi amacıyla haberleşme arabirim üniteleriyle birlikte ayrıca özel bir yazılım kullanma imkanı da bulunmaktadır.

Bu yazılım sayesinde;

Sistemde mevcut servo motorların açısız pozisyonları, istenen(set) ve gerçek kazan basınç/sıcaklık değerleri, brülörün çalışma durumu, baca gazı ölçüm değerleri, anlık ve toplam yakılan yakıt miktarı, brülör yakma kapasitesi, arıza durumları vb. bilgiler PC ekranından görülebilmekte ve çeşitli grafik çıktıları ile raporlar alınabilmektedir.



Şekil 8. Sistem İzleme Yazılımı

#### 4. SONUÇ

Enerjinin verimli, bilinçli ve etkin kullanımının artık çok büyük önem taşıdığı günümüzde, elektronik yakma yönetim sistemlerinin ısı merkezlerinde uygulanması ile çağdaş anlamda enerji tasarrufu sağlanması mümkün olmaktadır.

Yakıt tasarrufu; elektronik kontrol sistemi sayesinde, tam yanmanın ve sürekliliğinin sağlanması, oransal (PID) kontrol yapılması, baca gazı ölçüm değerlerine göre yanmanın sürekli takip edilerek "trim kontrol" yapılması, mekanik kaynaklı ayar bozulmalarının önlenmesi ile elde edilmektedir. Ayrıca, taze hava vantilatör ve baca aspiratör motorlarında "frekans kontrol cihazlarının kullanılmasıyla hem daha hassas hava ayarı hem de elektrik enerjisi tasarrufu sağlanmaktadır.

Elektronik yakma yönetim sistemlerinde bir yakıttan diğerine geçişin (örneğin doğalgazdan fuel oil'e) son derece kolay ve pratik olması sağlanan bir diğer avantajdır.



---

## KAYNAKLAR

- [1] Energy Efficient Operation of Industrial Boiler Plant” by ETSU
- [2] Autoflame Engineering Ltd.” firması dökümanları
- [3] Raysel A.Ş.” dökümanları

## ÖZGEÇMİŞ

### Serdar HIZIROĞLU

1966 Ankara doğumludur. ODTÜ Elektrik–Elektronik Mühendisliği Bölümü’nde lisans eğitimini 1988 yılında bitirdi. Yüksek Lisans eğitimini de yine aynı bölümde 1991 yılında tamamladı. 1988-1991 yıllarında Aselsan A.Ş.’de AR-GE mühendisi olarak çalıştı. 1991 yılından bu yana Hızıroğlu Holding A.Ş.’de değişik kademelerde görev yaptı. Halen Hızıroğlu Holding A.Ş.’de Teknik Koordinatörlük ve “Yönetim Kurulu Üyeliği” ile birlikte Raysel A.Ş.’de “Yönetim Kurulu Başkan Vekili” görevini yürütmektedir. Bekardır, çok iyi derecede İngilizce bilmektedir.